

# (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H01L 21/00	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2001-0021737 2001년03월 15일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 번역문제출일자 (86) 국제출원번호 (86) 국제출원출원일자 (81) 지정국	10-2000-7000300 2000년01월 11일 2000년01월 11일 PCT/US 98/14174 1998년07월 10일 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑 스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포 르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스 국내특허 : 일본 대한민국 싱가포르	(87) 국제공개번호 (87) 국제공개일자 WO 99/03133 1999년01월 21일
(30) 우선권주장	60/088,353 1997년07월 11일 미국(US) 9/111,472 1998년07월 08일 미국(US)	
(71) 출원인	어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드	조셉 제이. 스위니
(72) 발명자	미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050 무어링, 벤 미국 78750 텍사스 오스틴 키스톤 벤드 10712 브라이트, 닉 미국 95138 캘리포니아 샌어제이 컨트리 클럽 파크웨이 5950	
(74) 대리인	남상선	

심사청구 : 없음

## (54) 반도체 웨이퍼 제조 장치용 모듈식 구성

### 요약

모듈식 진공·시스템은 진공 챔버 모듈, 전력 공급 모듈 및 제어 시스템 모듈을 가질 수 있다. 진공 챔버 모듈은 그들 사이에 명확한 인터페이스에 의해 한정될 수 있다. 임의의 처리 챔버 모듈에 대한 접속부를 제공하는 다수의 인터페이스가 이송 챔버 모듈 상에 제공될 수 있다. 인터페이스는 처리 챔버들 상의 접속부를 일치시키는 공통 설비 및 전기 접속부를 제공할 수 있으며, 또한 제거 가능한 선택적 설비 인터페이스를 갖는 일부 구성을 제공할 수 있다. 전력 공급 모듈은 하나의 대응 챔버 모듈에 필요한 모든 전력을 제공할 수 있으며, 그리고 모듈식 및 축소, 확대 가능한 시스템으로서 함께 연결되기 위하여 캐비닛 내에 형성될 수 있다. 모듈식 제어 시스템은 진공 시스템 내의 각각의 챔버 모듈을 대표하는 객체를 가질 수 있으며; 그리고 객체를 구성, 개시, 분배, 그리고 제어하는 시스템 레벨을 가질 수 있다. 각각의 객체는 챔버 모듈의 상이한 기능과 장치를 나타내는 체계적인 세트의 소프트웨어 모듈로 제조될 수 있다.

### 대표도

### 도2

### 명세서

### 기술분야

본 발명은 웨이퍼 상에 집적회로를 제조하기 위한 시스템, 특히 웨이퍼 상에 집적회로를 제조하는 장치를 위한 모듈식 구성에 관한 것이다.

### 배경기술

통상적으로, 실리콘 웨이퍼 상에 집적회로를 제조하는데 사용되는 장치는 웨이퍼 제조장치(WFE)로 불려진다. WFR는 다수의 웨이퍼를 동시에 처리하는 일괄 공구 또는 웨이퍼를 개별적으로 처리하는 단일 웨이퍼 공구로 일반적으로 분류된다. 과거, 대부분의 공업용 WFE는 일괄 공구로서 설계되었다. 최근에는, 실리콘 웨이퍼의 크기, 웨이퍼 상의 엄밀한 특징부의 크기, 및 조립되는 장치의 복잡성에 의하여 단일 웨이퍼 공구의 사용이 증가하고 있다. 이러한 단일 웨이퍼 공구 중 대부분은 도 1에 도시되어 있는 바와 같은 클러스터 공구(cluster tool)로 분류될 수 있다. 클러스터 공구(10)는 중앙 챔버(12)로 구성되고, 이 중앙 챔버(12)는 공구 내에서 웨이퍼를 조작하는 로봇(13)을 수용한다. 중앙 챔버는 통상적으로 이송 챔버로 불린다. 이송 챔버의 주위에는 부가 챔버(14)가 배치되며, 이들 부가 챔버(14)는 시스템을 통해 이동하는 웨이퍼의 표면에 일부 공정을 수행한다. 또한, 하나 또는 두 개의 적재 로크 챔버(load lock chamber; 16)가 이송 챔버에 부착된다. 이 적재 로크 챔버(16)는 외부 환경으로부터 클러스터 공구(10)

내로 웨이퍼를 도입하는 역할을 한다.

통상적으로, 클러스터 공구는 다음과 같이 작동한다. 일체식 펌핑 시스템에 의해 이송 챔버는 진공이 된다. 각각의 처리 챔버는 격리 밸브에 의해 이송 챔버로부터 격리되어, 처리 챔버는 이송 챔버와 상이한 레벨의 진공에서 작동되며, 처리 챔버 내에서 사용되는 어떠한 가스도 이송 챔버 내로 유입되지 않는다. 또한, 적재 로크 챔버도 격리 밸브에 의해 이송 챔버로부터 격리된다. 각각의 적재 로크 챔버는 외부 환경으로 개방되는 도어를 갖는다. 정규 작업시, 웨이퍼를 적재한 카세트가 도어를 통해 적재 로크 챔버 내에 놓여지고 도어는 폐쇄된다. 그 후, 적재 로크 챔버는 이송 챔버와 동일한 압력에 이르도록 비워지고 적재 로크 챔버와 이송 챔버 사이의 격리 밸브는 개방된다. 이송 챔버 내의 로봇은 소정의 위치로 이동되고 한 웨이퍼가 적재 로크 챔버로부터 제거된다. 적재 로크 챔버는 승강기구를 장착하여 하나의 웨이퍼를 카세트로부터 제거하고, 승강기구는 이송 펌핑 내에 다른 웨이퍼를 위치시키도록 카세트 내의 웨이퍼 스택을 움직여서 다른 웨이퍼가 로봇 블레이드 상에 위치될 수 있다. 그 후, 이송 챔버 내의 로봇이 웨이퍼와 회전하여, 이 웨이퍼는 처리 챔버 위치에 정렬된다. 처리 챔버는 유독 가스로 채워지고 이송 챔버와 동일한 압력 레벨이 되며, 격리 밸브는 개방된다. 그 후, 로봇은 웨이퍼를 처리 챔버 내로 이동시켜, 여기서 웨이퍼가 로봇으로부터 들어올려진다. 그 다음에, 로봇은 처리 챔버로부터 회수되고 격리 밸브는 폐쇄된다. 그 후, 처리 챔버는 웨이퍼 상에 특정 공정을 실행하도록 일련의 작업을 거친다. 작업이 완료될 때, 처리 챔버는 이송 챔버와 동일한 환경으로 되돌아가고 격리 밸브는 개방된다. 로봇은 웨이퍼를 처리 챔버로부터 제거한 후에, 다른 작업을 위하여 다른 처리 챔버로 웨이퍼를 이동하거나 또는 웨이퍼의 전체 카세트가 처리되었을 때 시스템으로부터 제거되는 적재 로크 챔버 내의 웨이퍼를 교환한다.

클러스터 공구의 생산성을 향상시키기 위하여, 일부 웨이퍼 제조는 운반 차량으로부터 웨이퍼의 카세트를 취하고 이를 개방된 적재 로크 챔버 내에 적재시킬 수 있는 시스템을 포함함으로써 적재 로크 챔버의 작업을 자동으로 실행한다. 마찬가지로, 이들 시스템은 웨이퍼의 처리된 카세트를 제거하고 다른 공정을 위한 다른 공구에 취해지도록 차량에 이들을 위치시킬 수 있다.

통상적으로, 클러스터 공구는 대단히 많은 수의 기능을 수행하여야 한다. 클러스터 공구는 처리 챔버의 기능을 떨어뜨리거나 웨이퍼를 오염시킬 수 있는 미립자를 발생시키거나 또는 웨이퍼를 손상시키지 않으면서 이 공구를 통해 웨이퍼를 제조할 수 있어야 한다. 이러한 웨이퍼 취급 공정은 웨이퍼를 적절하게 취급할 수 있도록 하는 기구 및 관련 센서를 포함한다. 또한, 클러스터 공구는 이송 챔버, 적재 로크 챔버 및 각각의 처리 챔버의 환경을 관리할 수 있어야 한다. 이것은 다수의 상이한 가스의 유입과 플라즈마의 생성은 물론 상당한 압력의 변화를 수반한다. 또한, 클러스터 공구는 각각의 챔버에 공급되는 전력을 관리할 수 있어야 하며, 조작자나 제어 컴퓨터 또는 이들 모두가 될 수 있는 외부 환경과의 제어 인터페이스를 제공하여야 한다.

최근에는, 클러스터 공구가 다음과 같은 방법으로 설계 및 제작되고 있다. 공구를 위한 기능 또는 기능 세트가 선택된다. 이것은 이송 챔버에 부착되는 처리 챔버의 수와 유형을 알려준다. 웨이퍼 취급을 위한 모든 다양한 시스템, 압력 제어, 가스 관리, 전력 관리, 및 시스템 제어 하드웨어는 개선된 특정 구성에 대해 설계된다. 다양한 시스템을 제어하는 컴퓨터 소프트웨어는 공구가 바람직한 공정의 세트를 수행하도록 기록된다. 통상적으로, 이러한 공구는 특정 기능을 수행하는 공구로서 매매된다. 공구는 조립되고, 시험되고, 그리고 최종 사용자에게 일체의 유닛으로서 제공된다. 이러한 설계공정을 완성하는데 걸리는 시간은 매우 길 수 있다. 임의의 의도한 처리 기능을 변경하는 것은 최초 공구가 일체식 시스템으로 설계되었기 때문에 어려우며, 상당한 변경을 하려면 전체적으로 새로운 설계가 필요하게 된다.

또한, 공구의 제조는 설계의 일체식 속성 때문에 다소 복잡하다. 공구가 하나의 일체식 시스템이라는 가정 하에 공구 재료가 설계되기 때문에, 공구의 개별 부분을 시험하는 것이 어렵다. 중요한 시험은 공구가 조립되기 전에 행해져야만 한다. 완성된 공구의 복잡성 때문에, 이러한 시스템은 시간 소모가 클 수 있다. 제조 공정에서 일찍 발생한 오류는 시험시 늦게까지 발견되지 않을 수도 있기 때문에 수정하려면 상당한 노력이 필요하게 될 수도 있다.

전술한 바와 같이, 최종 사용자에게 완성된 유닛으로서 클러스터 공구를 수송하는 것이 통례적이다. 웨이퍼의 크기가 커지는 최근의 경향은 이러한 관습에 보다 큰 영향을 미치게 된다. 300 mm 웨이퍼를 수송하도록 설계된 장치는 조립 후 이송하기에는 너무 크다. 이에 따라, 시험용 제작 설비, 선적을 위한 분해, 및 최종 사용자 측에서의 재조립이 필요하게 된다. 이러한 추가의 조립 작업은 최종 사용자 측에서의 공구 통합을 보다 비용이 많이 드는 수반 작업으로 만들게 된다.

그러므로, 융통적으로 설계되고 신속하고도 용이하게 조립, 분해, 변경 및 재조립할 수 있는 모듈식 공구가 필요하다.

#### 발명의 상세한 설명

전술한 바와 같은 결함은 클러스터 공구를 위한 모듈식 구성을 형성하고 실행함으로써 개선될 수 있다. 그러한 구성에 있어서, 공구의 각각의 부분 또는 모듈은 수행되어질 명확하게 한정된 세트의 기능을 가지며, 자신과 다른 모듈간의 특정한 인터페이스를 가져서 상호 작용할 수 있다. 일실시예에서, 클러스터 공구는 중앙 클러스터 모듈, 하나 이상의 적재 로크 모듈, 한 세트의 처리 챔버 모듈, 및 바람직하게는 공장 인터페이스 모듈을 포함한다. 이러한 모듈 각각은 수행하고자 하는 한 세트의 기능을 포함한다. 중앙 클러스터 모듈은 처리 챔버 모듈과 호환 가능한 환경을 제공하고, 각각의 처리 챔버 모듈과 중앙 클러스터 사이에 적절한 격리 밸브를 제공하고, 각각의 처리 챔버로 웨이퍼를 전달하고, 처리 챔버 모듈로부터 웨이퍼를 제거하고, 처리 챔버 모듈에 필요한 소정의 가스, 액체 또는 다른 공급물을 제공하고, 그리고 처리 챔버 모듈에 연속적으로 웨이퍼를 제공하기 위해 적재 로크 모듈과 상호 작용할 수 있다. 적재 로크 모듈은 조작자, 어떠한 유형의 자동화 웨이퍼 취급 시스템, 또는 공장 인터페이스 모듈로부터 웨이퍼를 수용할 수 있으며, 그리고 웨이퍼가 존재하는 환경을 중앙 클러스터와 호환 가능하도록 변경될 수 있다. 또한, 적재 로크 모듈은 웨이퍼를 제조 측, 인덱싱(indexing)할 수 있어서, 중앙 클러스터 모듈 내의 로봇이 적재 로크 모듈로부터 웨이퍼를 제거 및 교환할 수 있다. 공장 인터페이스 모듈(사용한다

면)은 조작자나 자동화 웨이퍼 취급 시스템으로부터 웨이퍼의 폐쇄 포드(pod) 또는 카세트를 수송하고, 포드를 개방시키고, 그리고 웨이퍼를 적재 로크 모듈의 내외로 이동시킬 수 있다. 처리 챔버는 중앙 클러스터 모듈로부터 웨이퍼를 수송하고, 웨이퍼를 처리하고, 그리고 웨이퍼가 중앙 클러스터 모듈에 의해 제거되는 것을 허용한다.

각각의 모듈은 자체 모듈과 다른 모듈 사이를 통과하는 명령이 높은 레벨에 있도록 자체 고유 제어 시스템을 갖는다. 예를 들면, 적재 로크 모듈은 '다음 웨이퍼로의 인덱싱'과 같은 명령을 수신하여 '웨이퍼 준비'와 같은 명령을 송신할 수 있다. 이러한 작용을 일으키는데 필요한 모든 상세한 제어 작용은 모듈 제어 시스템에 의해 처리된다. 이 경우, 임의의 모듈과 다른 모듈 사이의 제어 작용은 특정 모듈의 작업을 한정하는 명령으로 제한되며, 어떻게 작업을 수행하는가를 특정하지는 않는다.

각각의 모듈은 명료하게 한정되고 제어되는 인터페이스를 갖는다. 이러한 인터페이스는 물리적 기하, 한 세트의 설비, 및 자신과 다른 모듈 또는 공구의 외부 환경 사이를 통과하는 제어 전달의 정밀한 한정을 포함한다. 물리적 인터페이스는 장착 위치 및 필요 하드웨어, 웨이퍼 교환에 사용되는 밀봉부, 및 각각의 모듈을 위한 공간을 포함한다. 또한, 인터페이스 한정은 제어 시스템을 위한 통신선, 전력, 가스, 및 유체와 같은 설비를 위한 부속품, 장소 및 크기를 특정한다.

이러한 모듈식 구성은 상당한 이점을 갖는다. 클러스터 공구의 설계에 있어서 먼저, 시스템 엔지니어는 존재하게 되는 모듈과, 각 모듈의 기능과, 그리고 모듈과 외부 환경간의 필요 인터페이스를 한정한다. 이러한 한정이 완료된 후에, 각 모듈을 설계하는 엔지니어는 어떻게 다른 모듈을 설계할 것인가에 대한 염려 없이 자유롭게 설계할 수 있다. 인터페이스 한정이 방해받지 않는 한, 최종 모듈은 단일 시스템으로 용이하게 합쳐질 수 있다. 만일 인터페이스를 변경시킬 필요가 있다면, 이러한 변경은 시스템 레벨에서 다시 이루어진다. 시스템 엔지니어는 변화의 적당한 모든 모듈 개발자를 알려주고 모듈 변경이 적절하게 이루어진다. 이러한 구조에 의해 다수의 모듈을 동시에 개발시킬 수 있다. 기본 공구 설계가 완성되면 모듈식 구성에 의하여, 인터페이스가 변경되지 않는 한도에서 시스템의 다른 부분에 충격을 주지 않으면서 모듈이 변경되거나 강화될 수 있다. 모듈이 내부 제어식으로 설계되기 때문에, 이들 모듈은 독립적으로 제조 및 시험될 수 있다. 이에 따라, 시스템은 이미 완전하게 시험되고 문제점이 수정된 비교적 적은 수의 모듈로부터 제조되기 때문에 최종 시스템 통합이 용이하게 된다.

전술한 바와 같은 본 발명의 특징, 이점 및 목적을 보다 상세하게 이해할 수 있도록, 첨부된 도면 내에 도시되는 실시예와 관련하여 본 발명은 하기에서 보다 상세한 설명된다.

그러나, 첨부된 도면은 단지 본 발명의 전형적인 실시예를 도시한 것이며 본 발명의 범위를 제한하지 않는다.

#### 도면의 간단한 설명

- 도 1은 모듈식 진공 시스템의 개략 평면도이고,
- 도 2는 적재 로크를 갖춘 상세한 이송 챔버 모듈의 사시도이고,
- 도 3은 이송 챔버 모듈의 플랫폼의 다른 사시도이고,
- 도 4는 열교환기 루프용 도관을 나타내는 이송 챔버 모듈의 플랫폼의 사시도이고,
- 도 5는 무독 가스 도관의 사시도이고,
- 도 6은 냉수 도관의 사시도이고,
- 도 7은 인터페이스 패널의 개략 평면도이고,
- 도 8은 다른 인터페이스 패널의 사시도이고,
- 도 9는 모듈식 전력공급 시스템을 갖춘 모듈식 진공 시스템의 개략도이고,
- 도 10은 모듈식 전력공급 시스템의 개략도이고,
- 도 11은 두 개의 챔버 모듈을 위한 두 개의 전력 공급 모듈의 개략도이고,
- 도 12는 전력 공급 모듈 및 챔버 모듈의 개략도이고,
- 도 13은 챔버 모듈 내의 전력 분배 유닛의 개략도이고,
- 도 14는 모듈식 제어 시스템의 개략도이고, 그리고
- 도 15는 모듈식 제어 시스템을 위한 논리 구조의 개략도이다.

#### 실시예

본 발명은 모듈의 재구성 및 용이한 교환을 가능하게 하여 통합된 공정 시스템의 성능을 확장시키도록 모듈식 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 모듈식 진공 시스템을 제공한다. 도 2는 본 발명의 모듈식 구성의 실시예를 도시하는 클러스터 공구(10)의 평면도이다. 시스템은 네 개 종류의 모듈 즉, 중앙 클러스터 모듈(12), 하나 이상의 처리 챔버 모듈(14), 하나 이상의 적재 로크 모듈(16) 및 공장 인터페이스 모듈(18)로 통상 구성된다. 이들 각각의 모듈은 자체 고유 모듈 내에서 개개의 공정을 실행하고 시스템의 전체 작업을 조정하기 위한 한정된 세트의 기능 및 인터페이스를 갖는다. 중앙 클러스터 모듈(12)은 처리 챔버 모듈(14), 적재 로크 모듈(16), 공장 인터페이스 모듈(18) 및 외부 환경과 인터페이스되며, 바람직하게는 최고의 레벨에서의 시스템의 활동을 조정한다. 각각의 모듈은 모듈 내부 공정을 실행하는 자체 제어 시스템을 가지며 시스템 제어기에 의해 조정되도록 설계된다. 본 발명은 아래에서 먼저 하드웨어와 관련하여 설명된 후에 컴퓨터 제어와 관련하여 설명된다.

## 물리적 인터페이스

도 2를 참조하면, 모듈식 진공 시스템(10)은 일반적으로 플랫폼(26), 이송 챔버(22), 적재 로크 챔버(16), 처리 챔버(14)(도시 안함) 및 모든 필요 설비를 포함하며, 공급 및 복귀 라인과 접속기와 소통된다. 명확성을 위하여, 모듈식 진공 시스템(10)은 처리 챔버 모듈(14)이 부착되지 않은 채로 도시된다. 이송 챔버(22)는 리드(24) 및 다수의 슬릿 밸브(28)를 포함하며, 이를 통하여 웨이퍼가 시스템 내로 이동된다. 이 실시예에는 여섯 개의 슬릿 밸브(하나만 도시되고 나머지는 덮개판(36)으로 덮여 있음)을 갖춘 여섯 개의 면을 구비한 이송 챔버(22)를 도시하고 있다. 이송 챔버와 플랫폼이 전체 제여기로서 이용되는 중앙 클러스터 모듈(12)을 구성하지만, 독립적인 제여기가 전체 시스템 실행을 제어하도록 통합될 수도 있다.

처리 챔버 모듈(14)은 슬릿 밸브(28)에서 이송 챔버(22) 상에 밀봉적으로 장착되고, 웨이퍼의 이송을 허용하도록 그들 사이에 통로를 형성한다. 처리 챔버 모듈(14)은 웨이퍼 상에 집적회로를 제조하기 위한 일련의 다양한 공정에서 다양한 종류의 공정을 실행하기 위하여, PVD 챔버, CVD 챔버, 에칭 챔버 등과 같은 다양한 종류의 처리 챔버 중의 어느 하나를 포함한다. 일부 공통적인 특징도 갖지만, 웨이퍼를 다르게 처리하는 20개 이상의 다른 종류의 처리 챔버를 갖는 것은 진공 챔버의 제작자에게 있어서 일반적인 것이다. 각각의 처리 챔버는 자체 고유 내부 공정을 제어할 수 있는 개별 처리 챔버 모듈이다.

적재 로크 모듈(16)이 마찬가지로 슬릿 밸브(28)에 부착되며 도어(32)를 포함한다. 이 도어(32)는 웨이퍼가 소형 환경부(mini-environment; 18)(도 1 참조)로부터 적재 로크 챔버 내로 통과할 수 있도록 소형 환경부(18)로 개방된다. 적재 로크 챔버는 소형 환경부(300)에 장착되고, 소형 환경부(300)는 여과된 공기의 박층 유동을 갖는 밀폐된 정화 지역이며, 포드 로우더(pod loader; 302)에 장착되고, 일측면상에서 그들 사이에 포드 도어(304)를 포함하며, 그리고 적재 로크 도어(310)와 소형 환경부(300) 사이의 접근을 제공하도록 소형 환경부(300)의 벽 내에 개구부를 포함한다. 포드 로우더(302)는 웨이퍼를 고정시키는 웨이퍼 포드 또는 카세트(도시 안함)를 지지한다. 로봇(306)은 포드 도어(304)를 통해 웨이퍼 포드로부터 적재 로크(16) 내로 웨이퍼를 이동시킨다. 통상적으로 트랙 상에서 로봇(306)은 포드 로우더와 적재 로크 챔버 사이에서 웨이퍼를 움직이도록 내부에 배치된다. 선택적으로, 두 개의 로봇(306)이 적하 기능을 수행하도록 제공될 수도 있다.

도 2 내지 도 6은 플랫폼(26)의 사시도이며, 보다 상세하게는 공기, 물, 무독 가스 및 플랫폼의 하부에 배치되는 열교환기를 위한 공통 설비의 연결을 도시하고 있다. 플랫폼은 펌프 라인으로서 알려져 있는 제조 설비의 영역 내에 위치되는 러핑 펌프(roughing pump)와 같은 원격 진공 시스템에 적재 로크 챔버(16)와 이송 챔버(22)를 연결시키는 진공 라인 또는 전방 라인(34)(진공 라인 또는 러핑 라인으로도 알려져 있음)을 포함한다. 전방 라인(34) 상에 배치되는 밸브(38, 40)는 적재 로크 모듈(16)과 이송 챔버(22)로 진공 펌핑 시스템이 인가되는 것을 각각 제어한다. 드로를 밸브(42)는 이송 챔버(22)로 가스를 배출되는 비율을 조절한다. 처리 챔버 모듈(14)은 러핑 펌프에 연결되는 자체 전방 라인을 갖거나, 또는 후술되어질 공통 설비 중의 하나로서 제공되는 전방 라인을 사용할 수도 있다.

설비 패널(44)(도 3 참조)과 인터페이스 패널(44) 사이에서 플랫폼(26) 내에 배치되는 도관(46)은 자체 공정 각각을 실행하도록 처리 챔버 모듈(14)에 필요한 설비를 이송한다. 전형적인 설비는 냉수, 정화 건조 공기, 열교환기, 및 헬륨, 아르곤, 질소 및 고순도 질소와 같은 무독성 가스를 포함한다. 설비 도관(46)은 제조 공장 또는 제조 설비로부터 설비물을 수용하기 위하여 설비 패널 박스(48)에 연결된다. 예를 들면, 설비 패널(48) 내의 16개의 열교환기 접속부(50)와, 각각의 인터페이스 패널을 위한 두 개의 공급부 및 두 개의 복귀부와; 두 개의 냉수 접속부(52)와, 한 개의 공급부와 한 개의 복귀부와; 네 개의 정화 건조 공기 접속부(54)와, 두 개의 공급부 및 두 개의 복귀부와; 그리고 헬륨, 아르곤/질소 및 고순도 질소 각각을 위한 세 개의 무독성 가스 접속부(56)가 있을 수 있다. 진공 전방 라인(34)은 무독성 가스를 위한 복귀 라인을 제공한다. 각 종류의 처리 챔버 모듈(14)은 독특한 세트의 전체 설비 요건을 갖지만, 대부분은 매우 유사한 전체 설비 요건을 갖는다.

인터페이스 패널(44)은 처리 챔버 모듈(14) 상의 설비 접속부와 설비 사이의 인터페이스를 제공한다. 도관(46)은 한 세트의 인터페이스 패널 접속부에서의 인터페이스 패널(44)에서 종료될 수 있다. 도 7은 인터페이스 패널(44)의 일 실시예에 대한 개략 평면도이다. 인터페이스 패널(44)은 각각의 처리 챔버 위치에서 플랫폼(26)의 하부에 장착된다. 도시된 실시예에 있어서, 패널 측면(58)은 육각형 플랫폼 배치에 따라 서로 인접하게 장착되기 위하여 경사진다. 전형적인 설비를 위한 다수의 접속부가 인터페이스 패널(44)상에 도시되어 있지만, 다른 개수의 접속부나 다른 종류의 설비가 본 발명의 범위 내에서 사용될 수도 있다.

전기 접속 박스(78)는 챔버 인터록 상호 접속부(80), 비상 차단 접속부(82) 및 네트워크 접속기(84)와 같은 처리 챔버 모듈(14)에 필요한 다양한 종류의 전기적 신호를 위한 공통 접속부를 제공한다. 전형적으로, 와이어 또는 전도체가 인터페이스 패널(44) 아래에서 전기 접속 박스(78)로 접속된다. 챔버 인터록 상호 접속부(80)는 이송 챔버 모듈(12)과 처리 챔버 모듈(14)이 각자의 인터록에 대한 정보를 교환하도록 하여, 한 챔버가 작업의 실행을 허용하지 않을 때 다른 챔버가 작업을 실행하는 것을 방지한다. 비상 차단 접속부(82)는 조작자나 챔버의 제어 시스템이 시스템의 심각한 문제에 부딪혔을 때 전력을 차단시키도록 전력 공급기에 신호를 보낼 수 있다. 네트워크 접속기(84)는 제어 시스템이 이더넷 10베이스트 라인(ethernet 10baseT line)에 의해서 진공 시스템의 다양한 모듈과 소통하는데 사용할 수 있도록 표준 접속기일 수 있다.

통로(86)는 인터페이스 패널(44) 내에 추가의 구성 성능을 제공하도록 선택 서브패널이 삽입될 수 있는 인터페이스 패널(44)을 통해 배치된다. 각각 상이한 처리 챔버 모듈(14)이 독특한 세트의 전체 설비 요건을 가지기 때문에, 때때로 챔버 모듈(14)은 챔버에 접속되어 이송되어야 하는 추가 설비를 필요로 할 수도 있다. 따라서, 서브패널은 다수의 상이한 처리 챔버 모듈(14) 사이에 공통적이지 않은 선택적 인터페이스 설비 접속부를 제공하는 상이한 가스 격벽 접속부를 가질 수도 있다. 상이한 선택적 서브 패널은 상이한 선택적 인터페이스 설비 접속부를 제공할 수도 있다.

도 8은 인터페이스 패널(44)의 다른 실시예의 사시도이다. 이 도면은 열교환기가 챔버 모듈(14)에 직접

접속되는 구성을 나타내기 위하여 네 개의 열교환기(70, 72)(도 7 참조)없이 패널 내에 사용될 수 있는 설비 접속기를 도시한다.

도 4는 각각의 인터페이스 패널(44)을 위한 한 개의 열교환기 루프(88) 및 설비 패널 박스(48)를 갖춘 플랫폼(26)을 도시하고 있다. 인터페이스 패널(44)은 열교환기 루프(88)를 위한 배관 또는 배선을 보여주 기 위하여 제거되었다. 8개의 입구와 8개의 출구를 갖는 16개의 열교환기 접속부(50)가 배관을 위해 제 공되며, 이 실시예에 있어서는 접속부(50)가 각각의 인터페이스 패널(44)에 대한 두 개의 루프를 위해 제 공되었지만, 패널당 한 개의 루프만이 도시의 명확성을 고려하여 도시되었다. 루프 중 하나 또는 모두가 필요시 격리될 수 있으며, 챔버마다 분당 4갤런에 이르는 유체 유동을 제공할 수 있다. 각각의 인터페이 스 패널(44)은 패널(44) 상의 열교환기 공급 접속부(70) 중의 하나와 일치되는 열교환기 공급 라인(90)을 가지며, 또한 각각의 인터페이스 패널(44)은 패널(44) 상의 열교환기 복귀 접속부(72) 중의 하나와 일치 되는 열교환기 복귀 라인(92)을 갖는다.

도 5는 아르곤, 질소, 헬륨 등과 같은 무독성 가스를 위한 이송 라인(106, 108, 110)을 도시하고 있다(도 면의 명확성을 위해 플랫폼(26)은 제거됨). 접속기(56)는 제조 시설 내의 가스 패널(도시 안함)로부터 설비 라인으로 신속하고 용이하게 접속될 수 있도록 도 3 및 도 7에 도시된 바와 같이 설비 패널 박스(48)에 장착된다. 이송 라인(106, 108, 110)은 설비 패널 박스(48)로부터 인터페이스 패널(44)까지 연장된다. 각각의 인터페이스 패널(44)을 위한 네 세트의 인터페이스 패널 접속부(104)가 존재한다. 이 실시예에서는, 헬륨(106), 고순도 질소(108) 및 아르곤/질소(110) 각각을 위한 세 개의 무독성 가스 공급 기가 제공된다. 이들 공급기는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 각각 접속기(64, 66 및 68)에서 인터페 이스 패널(44)에 접속된다. 고순도 질소 공급기(108)에서, 정화 밸브(100 및 102)가 이송 챔버 및 적재 로크 각각을 위해 제공될 수 있어서, 질소 정화 가스가 이들 챔버로 이송될 수 있다. 각각의 무독성 가 스 라인은 밸브(94)와, 가스의 유동을 조절하기 위한 조절기(96)와, 그리고 라인 내의 가스 압력을 모니 터하기 위한 압력 게이지(98)를 가질 수 있다. 압력 게이지(98)는 다이얼식이거나 디지털식일 수 있으며 0-100 psi 범위의 압력을 측정한다. 조절기(96)는 약 0-30 psi로 가스를 조절할 수 있다. 각각의 라인 은 사용 시점 필터(point-of-use filters)를 추가로 가질 수 있다.

도 6은 냉수용 배관을 도시한다. 이 배관은 절연되거나 절연되지 않은 가요성일 수 있으며, 챔버마다 분 당 10 갤런에 이르는 유동으로 냉수를 제공할 수 있다. 접속기(112)는 접속기(52)에서 설비 패널 박스(48)에 접속된다. 공급 라인(114) 및 복귀 라인(116)이 제공된다. 한 세트의 접속기(118)가 각각의 인터페이스 패널(44)을 위해 제공될 수 있으며, 도 7 및 도 8의 접속기(74 및 76)에 일치한다.

정화 건조 공기를 배관은 약 0-100 psi일 수 있는 조절된 압력에서 정화 건조 공기를 공급할 수 있는 임 의의 적당한 재료로 만들어지는 매우 간단한 배관을 필요로 하기 때문에 도시하지 않았다. 예를 들면, 고무나 플라스틱 배관이 패널(48)로부터 인터페이스 패널(44) 각각에 접속될 수 있다.

전술한 바와 같은 실시예에 제공되는 설비는 단지 하나의 가능한 조합이다. 선택된 실제 설비는 진공 시 스템에서 사용될 것으로 예상되는 챔버들의 대부분의 공통 요건을 만족시키도록 가장 간단한 구성으로 설 계될 수 있다.

#### 전력 인터페이스

도 12는 모듈식 진공 시스템(10)에 대한 전력 공급을 도시하는 개략도이다. 모듈식 전력 공급 시스템(120)은 케이블(124)에 의해서 모듈식 진공 시스템(10)에 전력을 공급한다. 모듈식 전력 공급 시 스템(120)은 독립적인 진공 챔버 모듈(12, 14 및 16) 각각에 전력을 공급하기 위한 독립적인 전력 공급 모듈을 포함한다. 이러한 모듈식 설계에 의하여, 모듈식 전력 공급 시스템(120)은 모듈식 진공 시스템(10)의 필요를 비율로 정할 수 있다. 만일 사용자가 이송 챔버 모듈(12) 상에 두 개의 처리 챔버 모듈(14)만을 필요로 한다면, 단지 두 개의 전력 공급 모듈이 필요하게 되고, 두 개의 케이블만이 전력 모듈에 전기를 공급하는데 필요하게 된다.

도 13은 모듈식 전력 공급 시스템(120)의 개략도이다. 다섯 개의 전력 모듈(128, 130)이 이 실시예에 도 시되어 있지만, 필요에 따라 다른 개수의 모듈이 사용될 수도 있다. 하나의 전력 모듈이 각각의 모듈을 위해 제공된다.

이송 챔버 전력 모듈(128)은 케이블(132)에 의해서 진공 시스템(10)의 메인 프레임으로 모든 전력과 기능 을 제공한다. 다른 전력 모듈(130)은 케이블(134)에 의해서 다양한 처리 챔버 모듈(14)로 전력과 기능을 제공한다. 각각의 전력 모듈(128, 130)은 케이블(136)에 의해서 제조 설비 또는 건물로부터의 소스로부 터 자체 전력을 수용한다. 각각의 케이블(136) 상의 전체 암페어는 사용되는 챔버 모듈의 종류에 따라 다르지만, 통상적으로 100 암페어 내지 600 암페어 사이에서 변하며, 전압은 약 208 AC 볼트 또는 480 AC 볼트가 될 수 있다.

이송 챔버 전력 모듈(128)은 주 모듈로 불리고 다른 전력 모듈(130) 각각은 종 모듈로 불릴 수 있다. 따 라서, 이송 챔버 모듈(128)은 주/종 케이블 상호 접속부(138)를 통해 보내지는 신호에 의해 각각의 종 모 듈(130)을 제어할 수 있다. 상호 접속부(138)는 처리 챔버(14)에 전력을 공급하는 것이 타당하지 않을 때 다른 전력 모듈(130)이 각자의 처리 챔버(14)에 동력을 공급하는 것을 방지하도록 이송 챔버 모듈(128)로부터 신호를 제공한다. 따라서, 각각의 전력 모듈(128, 130)이 자체 온/오프 스위치를 갖기 는 하지만, 이송 챔버 전력 모듈(128) 상의 스위치만이 자체 챔버 모듈에 즉각적으로 전력을 공급하며, 이송 챔버 모듈(128)이 자체 챔버 모듈의 전력 상승을 성공적으로 완료했음을 나타내는 상호 접속부(138) 를 통한 신호를 다른 모듈(130)이 수신할 때까지 다른 모듈(130)의 온/오프 스위치는 비작동 상태를 유지 한다.

각각의 전력 모듈(128, 130)은 자체 캐비닛 내에 제공되며, 상기 캐비닛 내에는 모든 차단 스위치, 제어 장치, 버스 및 상응하는 챔버 모듈에 전력을 제공하는데 필요한 다른 전력 장치가 배치된다. 또한, 각각 의 캐비닛은 표준 높이와 깊이를 가짐으로써, 캐비닛에 물리적 안정성을 부여하기 위하여 각자의 측면에 서 두 개의 캐비닛이 서로 결합될 수도 있다. 캐비닛의 폭은 각자의 측면에서의 결합에 영향을 미치지 않기 때문에, 캐비닛은 어떠한 폭도 가질 수 있다. 예컨대, 각각의 모듈 캐비닛이 72 inch(약 182.88

cm)의 폭과 18 inch(약 45.72 cm)의 깊이를 갖는다면, 이 캐비닛은 다른 캐비닛에 부착될 수 있다. 각각의 모듈이 자체 사양에 맞도록, 폭은 16 inch(약 40.64 cm), 24 inch(약 60.96 cm), 36 inch(약 91.44cm) 등 다양할 수 있다. 특정 모듈식 전력 시스템이 다수의 전력 모듈을 갖는다면, 이들 전력 모듈은 단일 모듈 저장소 내에 함께 부착될 수 있다.

도 14는 이송 챔버 모듈(128) 및 다른 모듈(130) 중의 하나만을 나타내는 모듈식 전력 공급기(120)의 개략도이다. 이송 챔버 모듈(128)은 케이블(136)에 의해서 회로 차단기(140)에 접속되는 제조 설비의 전력원을 수용한다. 접촉기(142)는 라인(144)에 의해서 회로 차단기(140)로부터 전기를 수용한다. 분배 회로 차단기(146)는 라인(148)을 통해 접촉기(142)로부터 전기를 수용한다. 분배 회로 차단기(146)는 라인(150)에 의해서 이송 챔버 모듈(12)로 208 AC 볼트나 480 AC 볼트 중의 하나의 전기를 분배한다. 또한, 분배 회로 차단기(146)는 라인(154)에 의해서 이송 챔버 모듈(12)로 120 AC 볼트를 공급하는 연속 전력 공급기(USP; 152)로 전기를 공급한다.

처리 챔버 전력 공급 모듈(130)은 이송 챔버 모듈(128)과 유사할 수 있지만, 전력을 공급받는 처리 챔버(14)의 특정한 필요에 맞춰진다. 다시 말해, 회로 차단기(156), 접촉기(158) 및 분배 회로 차단기(160)는 이송 챔버 모듈(128) 내의 소자와 유사한 기능을 한다. 전력 모듈(130)은 필요시 USP(162)를 가질 수도 있다. 라인(174)은 208 AC 볼트 또는 480 AC 볼트를 처리 챔버 모듈에 제공하고, 라인(176)은 120 AC 볼트를 처리 챔버 모듈(14)에 제공한다.

이송 챔버 전력 모듈(128)은 24 AC 볼트 신호를 라인(166)에 의해서 접촉기(142)로 제공하기 위하여 비상 차단(EMO) 주 회로(164)를 갖는다. 이러한 신호에 의해 접촉기(142)가 접촉하게 되며, 회로 차단기(140)로부터 전류가 전방으로 흐를 수 있다. 비상 차단인 경우에는, EMO 주 회로(164)가 개방되고 메인 프레임 전력을 차단한다. 이러한 비상 절차는 문제를 감지한 시스템 사용자에게 의해 실행되거나 시스템(10)용 제어기에 의해 자동적으로 실행될 수 있다. 마찬가지로, 비상 차단인 경우에, EMO 주 회로(164)는 접촉기(158)를 개방시키도록 접촉기(158)로 라인(172)을 통해 신호를 보내고 처리 챔버 모듈(14)로의 전력을 차단하도록 회로(170)를 지시하는 EMO 중 회로(170)로 라인(168)을 통해 신호를 보낸다.

도 15는 이송 챔버 모듈(128)과 메인 프레임 모듈(12)의 개략도이며, 여기서 라인(150)과 라인(154)은 이송 챔버 모듈(12)의 전력 분배 박스(178)로 208 AC 볼트(또는 480 AC 볼트)와 120 AC 볼트를 전달한다. 도 16은 전력 분배 박스(178)의 확대도이다. 이송 챔버(22)가 히터를 갖는 경우에는 통상적으로 208 AC 볼트(또는 480 AC 볼트)가 라인(150)을 통해 공급되어 라인(180)에 의해서 이송 챔버 모듈(12)로 보내진다. 120 AC 볼트가 고/중립/지면 버스(hot/neutral/ground bus; 182)로 라인(154)에 의해서 공급된다. 라인(184)은 이송 챔버 모듈(12) 내의 필요 장치(188)에 120 AC 볼트를 공급하기 위하여 퓨즈(186)를 통해 버스(182)와 접속된다. 또한, 웨이퍼를 진공 시스템(10)으로 나르고 웨이퍼를 따로 취하는 임의의 공장 자동화 장치(190)는 이송 챔버 모듈(128)로부터 자체 전력을 취할 수도 있다. 또한, 이송 챔버 모듈(128)은 이송 챔버 모듈(12)용 진공 펌프에 전력을 공급하고 임의의 열교환기에 전력을 공급하도록 라인(126)에 의해서 원거리 영역(122)으로 전력을 공급할 수 있다.

메인 프레임 상의 전력 분배 박스(178)와 유사한 전력 분배 박스는 각각의 개별 챔버의 필요에 따라 각각의 처리 챔버(14)를 위한 전력을 분배한다.

모듈식 진공 시스템(10)은 이송 챔버의 옆에 한 챔버 모듈을 가져가고 자체 슬릿 밸브에서 그리고 자체 설비 및 소통 접속부에서 챔버 모듈을 서로 신속하게 접속시키는데 필요한 모든 소자 및 접속부를 갖춘 각각의 챔버 모듈을 제공함으로써 모듈식으로 제조될 수 있다. 각각의 챔버 모듈은 모듈식 전력 공급 시스템 내에 상응하는 전력 공급 모듈을 가지며, 모듈식 진공 시스템(10)에 챔버를 추가하거나 챔버를 제거하기 위해서는 전력 공급 모듈의 상응하는 부가 또는 제거를 필요로 할 수도 있다.

#### 제어 인터페이스

모듈식 진공 시스템(10)을 제어하기 위한 모듈식 제어 시스템은 모듈식 진공 시스템(10)의 모듈 각각을 대표하는 소프트웨어 내의 객체를 생성함으로써 제공된다. 대표 객체 각각은 후술되어질 바와 같은 모듈의 장치 또는 기능을 각각 대표하는 다수의 서브-객체, 또는 서브-모듈을 포함한다. 시스템의 사용자는 통상 처리 챔버가 특정 공정을 수행하게 되도록 각각의 챔버 또는 시스템과 함께 제작자에 의해 제공되는 미리 프로그래밍된 데이터베이스로부터 객체를 형성할 수 있다. 바람직하게는 중앙 클러스터 모듈을 포함하는 주 제어기는 모듈식 진공 시스템의 전산화 제어 시스템 내의 컴퓨터 공정에 의해 객체를 개시한다.

중앙 클러스터 모듈은 시스템의 작동을 제어하고, 또한 적재 로크 모듈 및 처리 챔버 모듈 내외로 웨이퍼를 조종하기 위하여 적당한 환경을 유지시킬 수 있다. 이것은 중앙 클러스터 내의 압력의 관리, 필요할 때 정화 가스의 도입, 및 중앙 클러스터와 다른 부착 모듈 사이의 격리 밸브의 관리를 포함한다. 또한, 중앙 클러스터 모듈은 부착된 모듈, 즉 적재 로크 모듈 및 처리 모듈 내외로 웨이퍼를 이동시킬 수 있다. 마지막으로 가장 중요한 것은, 중앙 클러스터 모듈이 외부 환경에 대한 인터페이스를 제공함은 물론, 다른 모듈의 작동을 조정하는 높은 수준의 제어인 시스템 제어를 할 수 있다는 것이다. 이러한 기능들을 달성하기 위하여, 중앙 클러스터 모듈은 외부 환경은 물론 다른 모듈 각각과의 인터페이스를 가지며, 이것은 통상적으로 제조 설비('Fab')로 불린다. 각각의 처리 챔버 모듈은 전술한 바와 같이 이송 챔버에 물리적으로 장착될 수 있으며, 인터페이스 패널(44) 상에 제공되는 전기 접속부를 통해 제어 시스템에 접속된다. 적재 로크 챔버(16)는 이송 챔버(12)에 마찬가지로 장착되며, 중앙 클러스터 모듈을 통하거나 적재 로크 챔버에 의해서 제어되는 진공/방출 인터페이스를 포함할 수 있다.

각각의 물리적 진공 챔버 모듈은 객체로 불리는 소프트웨어 내의 가상 챔버 모듈에 의해 표시되고 제어되며, 하나 이상의 제어기를 작동한다. 바람직하게는, 개개의 객체가 각각의 모듈 내에서 일어나는 공정의 조정 및 웨이퍼 취급과 같은, 시스템 전체 기능을 수행하도록 주 시스템 레벨 공정을 진행시키는 중앙 클러스터 모듈 제어기에 따라 진행된다. 객체는 각자의 소프트웨어 관리자 하에서 시스템 레벨 제어기와 소통한다. 그러한 소통은 객체간의 인터페이스를 제공하고 모듈간의 소프트웨어 경계를 한정하는 소정의 희망 데이터 이송 프로토콜을 수반할 수 있다. 더욱이, 각각의 객체는 실행될 수 있으며 객체의 데이터베이스 내에 저장되어, 제어기 내로 시스템 레벨에 의해 신속하게 적재되고 시스템 내에서 공정으로서 개



시될 수 있다. 따라서, 물리적 구성의 변화는 데이터베이스 또는 원격 저장장치로부터 다른 객체를 호출하고 이것은 제어기 내의 새로운 공정으로서 개시하는 것만을 필요로 한다. 물리적 모듈 방식에 추가되는 소프트웨어 모듈 방식에 의하여, 전체 시스템은 상당히 융통적이 되며 구성 및 재구성성이 용이하게 된다.

도 17은 모듈식 진공 시스템(10)의 전체 작업을 제어하기 위해 주 제어기(202)를 갖춘 모듈식 제어 시스템(200)을 위한 물리적 체계를 나타낸다. 바람직하게는, 주 제어기가 중앙 클러스터 모듈 제어기를 포함한다. 그러나, 독립식 주 제어기가 사용될 수도 있다. 일실시예에 있어서, 모듈식 제어 시스템(200)은 시스템(200)의 남은 부분과 소통하기 위한 이더넷 백본(ethernet backbone; 204)에 접속되는 다중 공정 장치이다. 주 제어기(202)는 제어 시스템을 위한 전방 단부 스테이션을 제공한다. 예컨대, 'Sun Sparc station' 으로 작동하는 유닉스 시스템일 수 있다.

개별 챔버 제어기(206)가 시스템 내 각각의 모듈을 위해 제공된다. 이들 제어기(206)는 'Motorola 68030<sup>TM</sup>-기초 시스템'의 'VxWorks<sup>TM</sup>' 또는 'Intel<sup>TM</sup> x86-기초 시스템'으로 작동될 수 있다. 이들 제어기(206) 각각은 이더넷 백본(204)에 의해서 주 제어기(202)와 그리고 'DeviceNet' 서브네트워크(212)에 의해서 각각의 챔버 모듈과 소통한다. 또한, 이러한 장치 레벨은 적용 레벨로서 알려져 있다. 또한, 제어기(206)는 각각의 챔버 모듈의 각 전력 모듈(128, 130)에 장치(214)를 통해 모듈식 전력 시스템(120)과 소통한다. 제어기(206)는 또한 모니터(216)에 의해서 챔버 인터로크를 모니터링한다.

중앙 이송 챔버 모듈(202)용 제어 소자(210, 214, 216)는 웨이퍼 취급과 환경 관리에 주로 관련된다. 처리 챔버 제어기용 제어 소자(210, 214, 216)는 다른 특정 공정의 필요와 관련하여 유사한 작업을 지지한다.

'DeviceNet'는 센서 버스를 위한 'Open DeviceNet Vendor Association'에 의해 유지되는 개방 프로토콜이며, 이에 의하여 시스템(예컨대, 진공 처리 챔버) 내의 다수의 장치(예컨대, 모터, 센서, 히터, 램프 등)가 자체 작업을 수행하도록 장치에 명령(예컨대, 켜, 끄, 소정 각도 회전 등)을 내리고 시스템 작업과 관련한 장치로부터의 피드백(예컨대, 웨이퍼 위치, 실제 가스 유동률, 온도 등)을 수용하는 제어기에 의해 단일 버스를 통해 소통할 수 있다. 제어기(206)는 개개의 장치의 기능을 제어하도록 'DeviceNet' 네트워크를 통해 명령을 송신한다. 장치 제작자는 고유한 정보로 개별 장치를 만들기 시작했기 때문에, 제어기(206)는 장치가 각자의 자체 진단에 대한 정보를 갖는 제어기(206)를 제공하는 것을 포함하는 명령에 의해 특정되는 작업을 수행하고 자신을 위한 명령을 해석할 수 있도록 만들기 위하여 'DeviceNet' 네트워크를 통해 표준 명령을 송신할 수 있다. 그러한 고유 정보에 의하여, 제어기(206)를 재프로그래밍하여 장치-레벨 모듈식에 대한 방법을 제공할 필요 없이 챔버 모듈 내에서 장치를 대체하는 것이 가능해지기 시작했다. 'DeviceNet'와 함께 또는 이를 대신하여 사용될 수 있는 다른 센서 버스로는 'Raleigh, N.C.'의 'Square D Company'로부터 입수할 수 있는 'Seriplex'가 있다.

각각의 챔버 모듈은 모듈의 상태를 모니터링하고 모듈 내에서 장치를 제어하도록 모듈 내에 설치되는 무수한 센서와 액추에이터를 갖는다. 현 시스템에 있어서, 챔버 및 이것의 장치는 통상적으로 'VME' 선반 내의 단일 I/O 카드를 통해 접속되는 다수의 센서를 갖는다. 챔버 모듈 내의 센서의 수가 증가함에 따라, 매우 많은 와이어가 선반 내로 접속되기 때문에 I/O 카드를 갖는 'VME' 선반의 통제가 불가능해지기 시작했다. 그러나, 'DeviceNet'에 의하면, 일련의 디지털 I/O 블록이 챔버 모듈 내에 배치되고 단일 버스 라인에 부착된다. 각각의 디지털 I/O 블록은 제어기(202, 206)가 명령을 송수신할 수 있는 어드레스를 갖는다. 따라서, 다수의 디지털 I/O 블록이 단일 'DeviceNet' 네트워크에 설치될 수도 있다. 또한, 각각의 디지털 I/O 블록은 자신에게 설치되는 소수의 센서 또는 장치만을 갖기 때문에, 시스템은 제어가 용이하도록 유지된다.

도 18은 도 17 내에 도시된 바와 유사한 모듈식 제어 시스템(200)을 위한 논리 체계를 도시하고 있다. 시스템 레벨(218)은 논리 체계의 주 레벨(202)에 상응하는 논리 레벨이다. 챔버 객체(220)는 챔버가 소프트웨어 내의 객체에 의해 대표되도록 제어기(206)에 대응한다. 관리 모듈(222), 제어 모듈(224), 드라이브 모듈(226) 및 I/O 모듈(228)은 챔버 모듈이 높은 레벨 명령으로부터 장치-특정 I/O 신호로 낮아지는 자체 기능을 수행 및 모니터링할 수 있도록 만드는 가상 장치이다.

주 제어기는 이송 챔버 모듈을 위한 자체 챔버 객체(220)를 가지며, 각각의 처리 챔버 모듈은 상응하는 챔버 객체(220)에 의해 대표된다. 따라서, 진공 시스템(10)의 모듈방식은 물리 시스템과 논리 시스템간의 기본적으로 대응하는 라인에 걸쳐서 유지된다. 시스템 레벨(218)은 주 제어기(202)의 기능을 수행하는 워크스테이션일 수 있으며, 또한 응용 기능, 서버 기능, 및 데이터베이스 기능을 포함한다.

시스템 레벨(218)의 응용 기능은 그래픽 사용자/기계 인터페이스(GUI)와 같은 기계를 액세스하고 작동하도록 사용자를 위한 인터페이스를 제공하는 것을 포함한다. GUI는 웨이퍼 상에 집적 작업을 완전하게 수행하도록 희망 진공 시스템 공정을 발생시키기 위한 모든 명령을 사용자에게 제공한다. 또한, 응용 기능은 순서 결정 장치(sequencer)를 제공하는데, 이 순서 결정 장치는 진공 시스템 내에서 웨이퍼가 이동되어야 하는 위치를 결정하는 방법을 개시하며 객체(220)에 의해 상기 방법을 실행하기 위한 명령을 전달한다. 이러한 정보는 후술되어질 제어 데이터 내의 방법에 의해 제공된다. 또한, 응용 기능은 시스템 내에서 처리된 웨이퍼의 내력을 탐지하고 웨이퍼 내력의 데이터베이스 내에 데이터를 저장한다. 또한, 응용 기능은 반도체 장비를 위한 'Semiconductor Equipment Communication Standard 또는 Generic Equipment Model' (SECS/GEM) 통신 프로토콜을 통해 시스템의 외부로 제조 설비에 전달한다.

시스템 레벨(218)의 서버 공정은 구성 관리기, ID 발생기, 웨이퍼 관리기, 사건 디스패칭(event dispatching), 사건 로깅(event logging) 및 상황 모니터를 포함한다. 이러한 기능은 기본적으로 챔버 객체(220)가 자신의 기능을 수행하도록 만든다. 예컨대, 구성 관리기는 시스템의 진행시간 구성을 관리한다. 진공 시스템을 위한 희망 구성이 사용자에게 의해 발생된 후에, 구성 관리기가 실행되어 자체 기능을 수행하기 위한 명령이 제공될 때 이것은 구성 데이터를 해석하도록 구성 관리기로 보내진다.

각각의 챔버 객체(220)는 객체를 어드레싱하기 위한 ID를 갖는다. ID 발생기는 객체의 이름이나 종류에

기초한 챔버 객체(220)를 위한 ID를 발생시키고, 이때 이것은 후술되어질 체계에 있게 된다.

웨이퍼 관리기는 진공 시스템을 통해 웨이퍼를 탐지하고 후술되어질 웨이퍼 내력 데이터베이스 및 웨이퍼 데이터 데이터베이스로 웨이퍼 상태 및 위치에 대한 데이터를 제공한다.

사건 디스패칭은 발생하는 사건에 응답하여 사건 처리를 위한 공정을 실행한다. 사건 디스패칭은 경보가 울릴 때 일어날 수 있는 바와 같은 예기치 않은 사건을 취급할 수도 있으며, 또한 진공 시스템의 웨이퍼 적재 공정이 종료되고 웨이퍼를 제거시키도록 준비되며 새로운 웨이퍼를 제위치에 놓도록 하는 지시와 같은 예상되는 사건을 취급할 수도 있다.

사건 로깅은 사건이 언제 발생하였으며, 어디에서 일어났고, 발생한 사건의 종류가 무엇인지와 같은, 사건을 둘러싼 소정의 정보를 저장한다. 이러한 정보는 데이터베이스 내에 저장될 수 있다.

상황 모니터는 기본적으로 전체 시스템의 중추부를 점검한다. 이것은 진공 시스템 내의 모든 공정이 확실하게 작동하는가를 점검하는 프로그램이다.

시스템 레벨(218)의 데이터베이스 기능은 웨이퍼 데이터, 구성 정보, 다중 언어 문자열, 웨이퍼 내력, 제어 데이터 및 사건 로그의 취급을 포함한다. 데이터베이스는 기본적으로 전체 시스템의 과거, 현재 및 미래의 자취를 관리한다. 요컨대, 데이터베이스는 모듈식 진공 시스템에 대한 모든 정보를 저장한다. 웨이퍼 데이터는 웨이퍼가 어디에 있는지, 웨이퍼에 무슨 일이 일어났는지, 그리고 앞으로 웨이퍼에 어떠한 일이 행하여질 것인지와 같은, 시스템 내의 각각의 웨이퍼의 현재 상태 및 위치를 포함한다. 웨이퍼 데이터 데이터베이스는 웨이퍼 관리기로부터 정보를 로깅할 수 있다.

구성 정보는 진공 시스템을 위한 모든 가능한 사례 및 장비의 상수를 저장할 수 있다. 이러한 정보가 기본적으로 진공 시스템 제작자가 제조 설비를 위해 만드는 시스템을 형성한다.

제어 데이터는 웨이퍼 상에 수행되는 공정, 시스템의 순서(적절한 순서로 서로 배열되는 상이한 방법들) 및 인터로크(다양한 챔버 사이의 혼선의 안전 예방) 방법을 포함한다.

시스템 레벨(218)은 챔버 객체(220) 및 모든 모듈(222, 224, 226, 228)을 포함하는 시스템(200)을 구성하고, 제어 시스템(200) 내의 구성 객체와 모듈을 개시시킨다. 시스템 레벨(218)은 시스템(200)의 하드웨어 내에 소프트웨어 객체(220)를 위치시키고 분배한다. 이론적으로, 각각의 제어기(206)가 다중 공정 시스템(200)상의 독립적으로 작동하는 객체(220)에 의해 대표되기 때문에, 객체는 시스템(200) 내의 공정의 프로세서에 의해 물리적으로 진행될 수 있다. 시스템 레벨은 각각의 객체가 어디에 있는지를 아는 것만이 필요하다. 그러나, 시스템 레벨(218)은 상응하는 챔버 모듈의 제어기(206)에 객체(220)를 분배할 수도 있다. 한 객체(220)로부터 다른 객체로의 소동은 시스템 레벨에 의해 취급된다.

챔버 객체(220)는 체계적인 한 세트의 모듈(222, 224, 226, 228)로 구성되는 소프트웨어 객체이고, 그리고 PVD 모듈, CVD 모듈, 에칭 모듈 등과 같은 어떠한 종류의 챔버 모듈이 나타나는가를 한정한다. 또한, 객체(220)는 각각의 챔버에 의해 수행되어질 공정 및 챔버의 자체 특정 종류의 많은 속성을 한정한다. 이러한 속성은 플라스마가 켜져있는 기간, 챔버가 유지되는 압력, 리프트 핀이 정지되는 위치, 및 수천의 다른 가능한 속성을 포함할 수 있다.

챔버 객체(220)는 다양한 챔버 모듈의 작업을 작동시키고 동일한 일반적인 형태를 갖는 신호 및 명령을 제공한다. 이송 챔버 모듈(12)은 챔버 객체(220)의 확실히 다른 변형에 의해 나타난다. 객체(220)의 작동은 실제 전기적 신호가 챔버모듈 내의 물리적 장치에 제공될 때까지 연속적인 낮은 레벨 명령으로 해석되는 높은 레벨 명령에 의해 시작된다.

챔버 객체(220)는 챔버 모듈의 다양한 기능을 관리하기 위하여 높은 레벨의 명령을 제공하는 서브 객체 또는 관리 모듈(222)을 포함한다. 이들 기능은 진공 챔버 모듈의 서브시스템이다. 예를 들면, 이송 챔버 모듈 내의 포트 관리기는 시스템 내의 공정 챔버 모듈과 이송 챔버 모듈 사이의 통신 인터페이스 및 데이터 이송 프로토콜을 관리하고, 서비스 관리기는 특별 방법과 방법용 템플레이트와 같은 시스템의 실행의 리스트를 유지하고 관리하며, 리프트 관리기는 일순간의 블록 이동 또는 주기적 블록 이동과 같은 제어기 사이의 데이터의 블록 이동을 관리하고, 인터로크 관리기는 인터로크의 통신 및 인터로크의 방해여부의 결정 및 다시 시스템 레벨로 복귀하는 인터로크 사건의 통신을 관리하고, 공정 관리기는 방법 및 템플레이트를 실질적으로 작동시켜 웨이퍼 제조 공정의 단계를 관리하고, 사건 관리기는 관리 드라이버에 의해 발생한 사건이 이 레벨에서 실질적으로 처리되도록 하는 시스템 레벨 내의 사건 로깅 공정의 실시간 구성요소이며, 장애 관리기는 사건 관리기가 사건을 취급하는 방법과 유사한 방법으로 시스템 내의 장애에 대한 응답을 관리하고, 그리고 명령 관리기는 시스템 레벨이 특정 값으로 객체의 속성을 설정하도록 명령을 보내거나 이들을 관찰하기 위하여 객체의 속성을 취하도록 명령을 보낼 때 SET 및 GET 명령을 수용한다.

관리 모듈(222)은 자신의 일반 기능을 실행하기 위한 다양한 중간-레벨 명령을 제공하는 제어 모듈(224)을 포함한다. 제어 모듈(224)은 높은 레벨 공정을 위한 특정 단계를 한정한다. 예를 들면, 공정 관리기가 챔버 내의 압력, 챔버 내의 로봇의 상승 및 이동, 또는 챔버 내의 가스의 유동을 제어할 것을 요구할 수도 있다. 물리 증착법(PVD)과 같은 매우 높은 진공 처리를 위하여, 압력 제어 모듈은 매우 높은 진공까지 압력이 떨어지게 되거나, 또는 리프트 제어기가 타겟 부근으로 웨이퍼를 상승시키도록 리프트를 작동시키게 되거나, 또는 가스 유동 제어기가 챔버를 낮은 진공으로 복귀시키도록 가스를 챔버 내로 유입시키게 된다.

제어 모듈(224)은 제어 모듈(224)의 중간 레벨 기능을 실행하기 위한 다양한 낮은-레벨 명령을 제공하는 드라이버 모듈(226)을 포함한다. 드라이버 모듈(226)은 제어 모듈(224)이나 관리 모듈(222)의 제어기의 기능 또는 보다 추상적인 공정에 비하여 챔버 모듈 내에서 실제 장치(210)로 나타날 수 있다. 예컨대, 챔버 내의 압력을 제어하는 압력 제어 모듈을 위하여, 밸브 드라이버 모듈이 펌프로 밸브를 작동시키도록 사용할 수 있다. 가스 유동을 제어하는 가스 유동 제어 모듈에 있어서, 다른 밸브 드라이버 모듈이 드로를 밸브(42)를 작동시키는데 사용될 수 있다. 다른 예로는, 리프트의 위치를 변경시키는 리프트 제어 모듈을 위하여, 모터가 사용될 수도 있다. 따라서, 모터 드라이버 모듈은 제어 모듈에 의해 작동될 수도



있다.

드라이버 모듈(226)은 I/O 모듈 또는 장치(228) 및 소프트웨어와 실제 하드웨어 사이의 인터페이스를 포함한다. I/O 모듈(226)은 실제 물리적 장치(210)가 자체 상응 드라이버 모듈(226)의 명령을 수행하도록 하기 위한 실제 전기적 신호를 제공하는 하드웨어이다. I/O 모듈은 디지털-입력/디지털-출력(DIDO) 카드 또는 아날로그-입력/아날로그-출력(AIAO) 카드와 같은 전기적 신호를 제공하는 카드를 나타낸다. 예를 들면, 다른 기능 중에서, DIDO 카드는 웨이퍼가 챔버 내에 있는지를 또는 웨이퍼가 로봇 블레이드 상에 있는지를 알려주는 센서로부터 신호를 수신하고 공압식 시스템으로 온/오프 명령을 송신한다. 다른 기능 중에서, AIAO 카드는 질량 유동 제어기에서의 실제 유동률 또는 게이지의 압력 판독을 지지하는 신호를 수신하거나, 소정의 비율로 흐르도록 질량 유동 제어기에 명령하는 신호를 송신한다. 다른 예로는, 모터 드라이버 모듈이 모터를 작동시키기 위하여, 모터 I/O 모듈은 특정 라인 상에 10V 신호를 보낼 수 있다. 다른 예에 있어서, I/O 모듈은 'DeviceNet' 네트워크 또는 다른 센서 버스로부터 신호를 수신하거나 이것으로 신호를 송신할 수 있다.

또한, 만일 시스템의 사용자가 공정 관리 모듈 생성될 수 있는 명령을 변경 또는 추가하길 원한다면, 새로운 명령은 기존 모듈을 재배치시키는 간단한 방법으로 생성될 수 있다. 예를 들면, 만일 공정 관리 모듈이 현재 오직 챔버(A)에서 챔버(B)로 그리고 챔버(B)에서 챔버(C)로 로봇을 움직이도록 명령을 보낼 수 있지만 사용자가 챔버(A)에서 챔버(C)로 로봇을 이동시키는 단일 명령을 갖길 원한다면, 매우 간단한 새로운 명령이 공정 관리 모듈에 추가될 수도 있다. 그리고, 로봇 제어 모듈이 위치 각도의 상이한 변화를 간단히 탐지함으로써 이러한 새로운 명령을 지지하도록 변경될 수도 있다. 새로운 명령을 실행하도록 드라이버와 I/O 레벨에서 사용되는 로봇 제어 모듈은 예전의 명령에 사용된 동일한 모듈일 수도 있다. 따라서, 새로운 기능이나 명령을 추가하는 것은 한 레벨에서의 새로운 모듈 및 그 아래에 존재하는 관련 모듈 내에 기록하는 간단한 공정일 수 있다.

마찬가지로, 다른 챔버 모듈(14)을 위하여 한 챔버 모듈(14)을 변경시키는 것은 장치나 명령을 변경시키는 것만큼 간단할 수 있다. 시스템 레벨(218)은 새로운 챔버 모듈을 작동시키도록 기존 모듈로부터 조작자에 의해 구성되는 새로운 객체를 단지 분배한다. 따라서, 도시된 바와 같은 모듈식 진공 시스템(10) 내의 챔버의 변경은 세 개의 기본 단계, 즉 이송 챔버 모듈(12)의 슬릿 밸브에 챔버 모듈(14)을 위치시키고; 가스 라인, 유체 라인 및 통신 버스는 물론 다른 케이블과 라인들을 포함하는 결합부를 부착시키고; 상응하는 전력 공급 모듈(130)을 부착시키고; 그리고 챔버를 제어하도록 상응하는 챔버 객체(220)를 할당하는 단계를 수반한다. 이러한 시스템은 챔버를 변경시키는 새로운 설비, 배관 및 케이블로 이송 챔버의 플랫폼을 재구성하기 위한 많은 시간과, 단일의 대형 전력 공급 유닛을 재가공하기 위한 많은 시간과, 그리고 제어 소프트웨어를 재구성하기 위한 많은 시간을 필요로 하는 종래의 방법보다 월등한 진보성을 제공한다.

비록 전술한 기재가 본 발명의 바람직한 실시예를 나타내기는 하지만, 본 발명의 다른 실시예가 첨부된 청구범위에 의해 결정되는 본 발명의 범위 내에서 유도될 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

청구항 1. 웨이퍼 상에 집적회로를 제조하기 위한 모듈식 진공 시스템에 있어서,

이송 챔버 및 상기 진공 시스템을 통해 웨이퍼를 이동시키기 위하여 상기 이송 챔버 내에 배치되는 로봇을 갖춘 중앙 이송 챔버 모듈과,

각각의 모듈 내에서 공정을 수행하기 위한 제어기 및 하나 이상의 챔버 모듈을 상기 중앙 이송 챔버 모듈에 신속하게 접속시키기 위한 인터페이스를 갖춘 하나 이상의 챔버 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 2. 제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상의 챔버 모듈 각각에 공통 설비를 제공하는 인터페이스 패널을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 3. 제 2 항에 있어서, 상기 하나 이상의 챔버 모듈이 제 1 진공 챔버 및 상기 제 1 진공 챔버를 지지하는 플랫폼을 포함하며, 그리고 상기 인터페이스가 상기 플랫폼에 부착되는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 4. 제 1 항에 있어서, 상기 중앙 이송 챔버 모듈을 대표하는 제 1 객체, 및 각각의 챔버 모듈을 대표하는 하나 이상의 객체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 5. 제 4 항에 있어서, 상기 제 1 객체가 상기 이송 챔버 모듈의 작업을 작동시키는 신호를 제공하며 상기 진공 시스템의 전체 작업을 조정하고, 그리고

상기 하나 이상의 챔버 모듈 객체가 각각의 챔버 모듈을 작동시키고 상기 진공 시스템의 전체 작업에서 상기 이송 챔버 모듈을 조정하는 신호를 제공하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 6. 제 5 항에 있어서, 각각의 모듈이 각자 대표 모듈의 작업 내의 특정 직무를 수행하기 위한 챔버 특정 장치를 포함하며, 그리고

상기 객체가 상기 특정 직무를 수행하는 모듈 특정 장치로 전기적 신호를 제공하기 위한 다양한 입력/출력(I/O) 장치,

상기 I/O 장치로 하여금 상기 전기적 신호를 송신하도록 I/O 장치 특정 명령을 송신하기 위한 다양한 드라이버 모듈,

상기 다양한 드라이버 모듈로 하여금 상기 I/O 장치 특정 명령을 송신하도록 드라이버 모듈 특정 명령을 송신하기 위한 다양한 제어 모듈, 및

상기 다양한 제어 모듈로 하여금 상기 드라이버 모듈 특정 명령을 송신하도록 제어 모듈 특정 명령을 송

신하기 위한 다양한 관리 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 7. 제 6 항에 있어서, 상기 다양한 관리 모듈이 각자의 대표 모듈을 위한 다양한 높은 레벨 기능을 제어하고,

상기 다양한 제어 모듈이 상기 다양한 높은 레벨 기능을 실행하기 위한 다양한 중간 레벨 기능을 제공하고, 그리고

상기 다양한 드라이버 모듈이 상기 다양한 중간 레벨 기능을 실행하기 위한 다양한 낮은 레벨 기능을 제공하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 8. 제 6 항에 있어서, 상기 모듈식 제어 시스템이 상기 제 1 객체 및 제 2 객체로 제어 및 데이터 파라미터를 송신하기 위한 주 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 9. 제 8 항에 있어서, 상기 주 제어기가 상기 제 1 객체 및 제 2 객체를 형성하고 상기 모듈식 제어 시스템 내에서 실행되는 공정으로서 상기 제 1 객체 및 제 2 객체를 개시시키는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

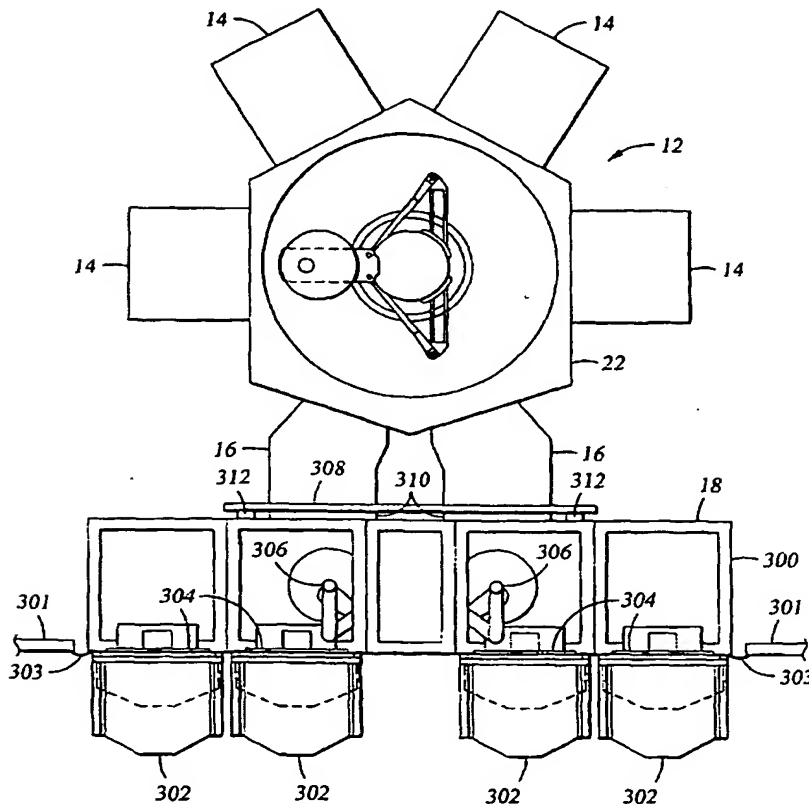
청구항 10. 제 9 항에 있어서, 상기 모듈식 제어 시스템이 각각의 챔버 모듈의 작업을 작동시키는 명령 신호를 송신하고 각각의 챔버 모듈의 실행과 상태를 나타내는 지각 신호를 수신하기 위하여 하나 이상의 챔버 모듈에 전기적으로 접속되는 하나 이상의 챔버 모듈 제어기를 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

청구항 11. 제 10 항에 있어서, 상기 주 제어기가 각각의 챔버 모듈 제어기에 각각의 객체를 분배하고 그리고 상기 챔버 모듈 제어기에서 실행되는 공정으로서 각각의 객체를 개시시키는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

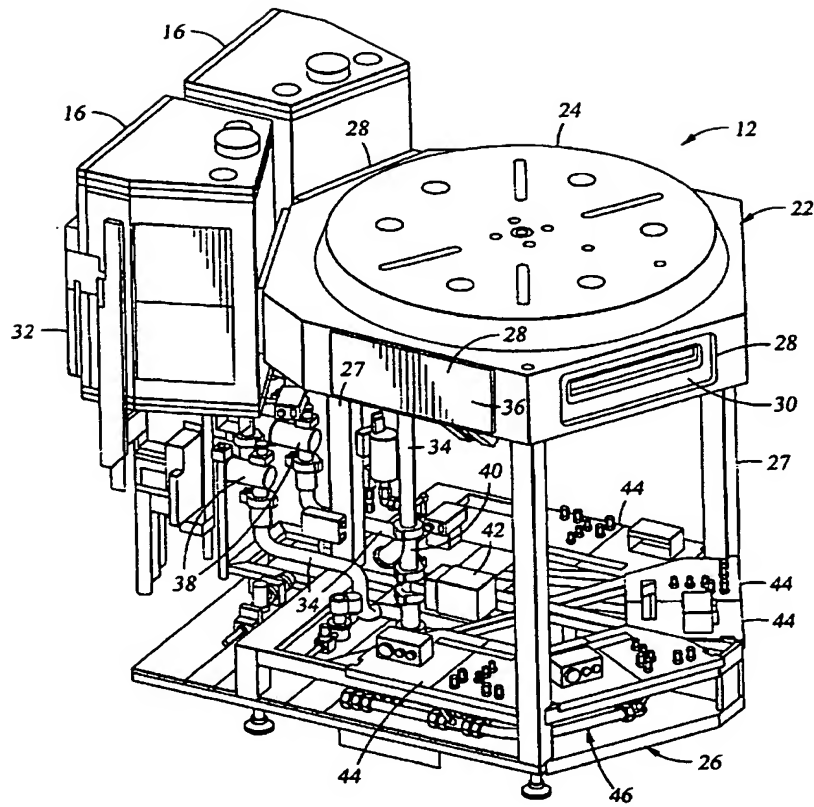
청구항 12. 제 1 항에 있어서, 상기 이송 챔버 모듈에 연결되는 적재 로크를 포함하는 적재 로크 구조물과 상기 적재 로크 구조물에 연결되는 소형 환경부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈식 진공 시스템.

도면

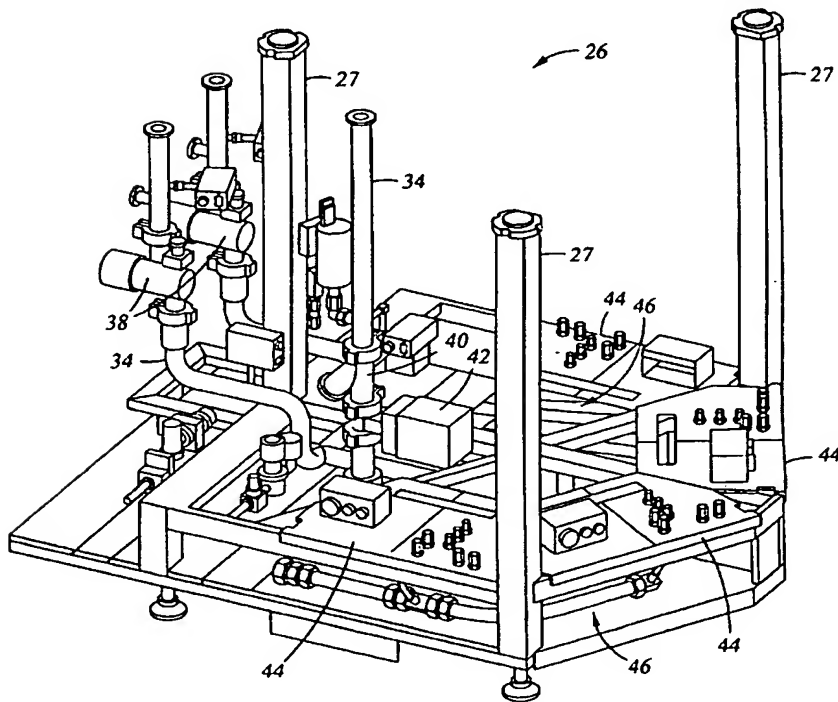
도면1



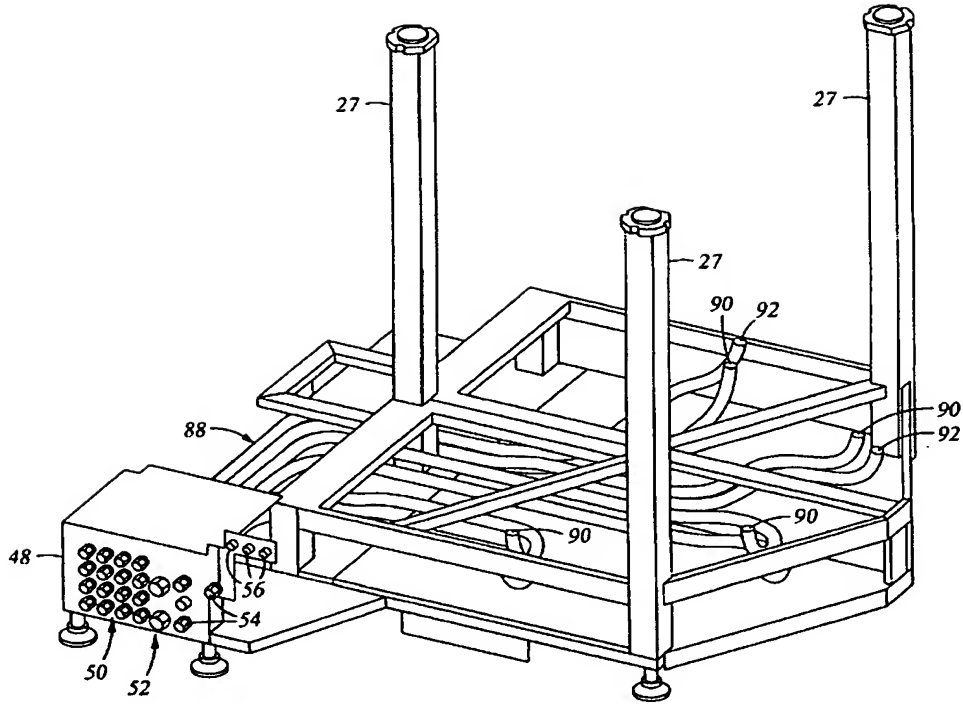
도면2



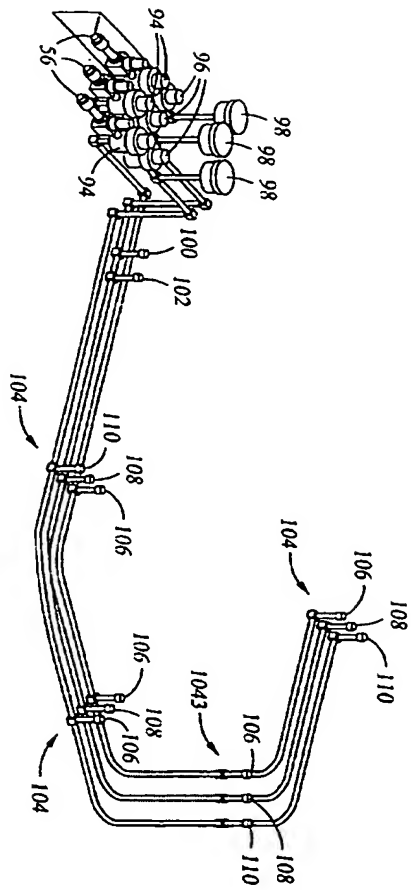
도면3



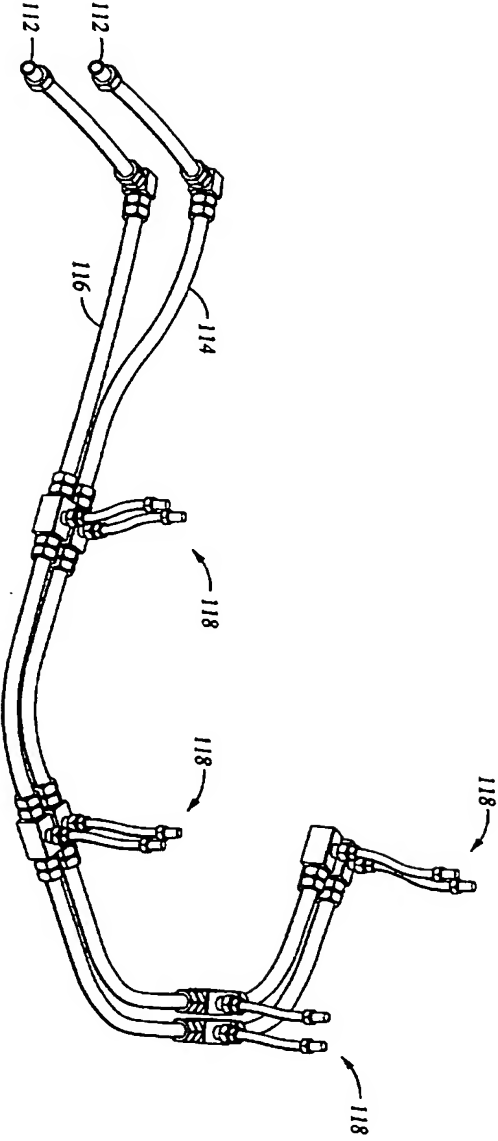
도면4



도면5

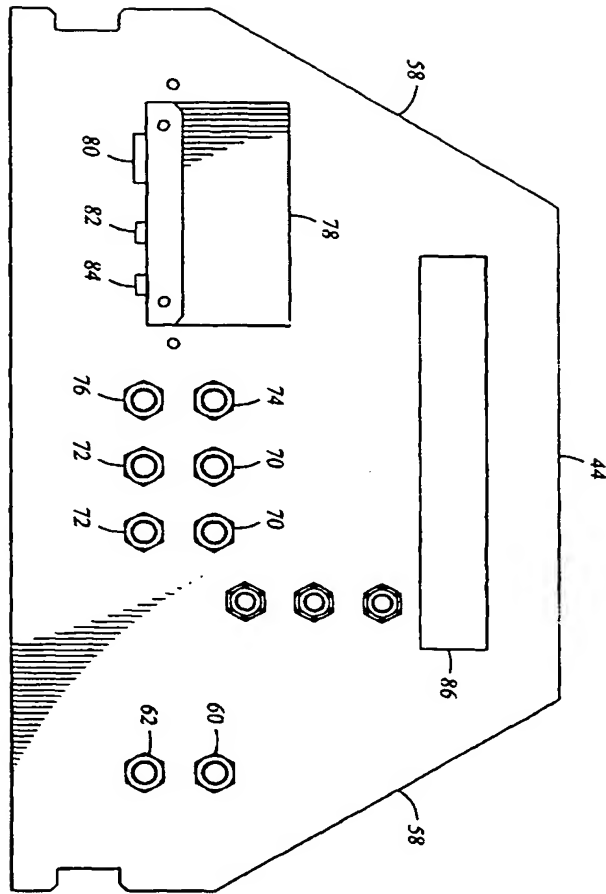


도면6

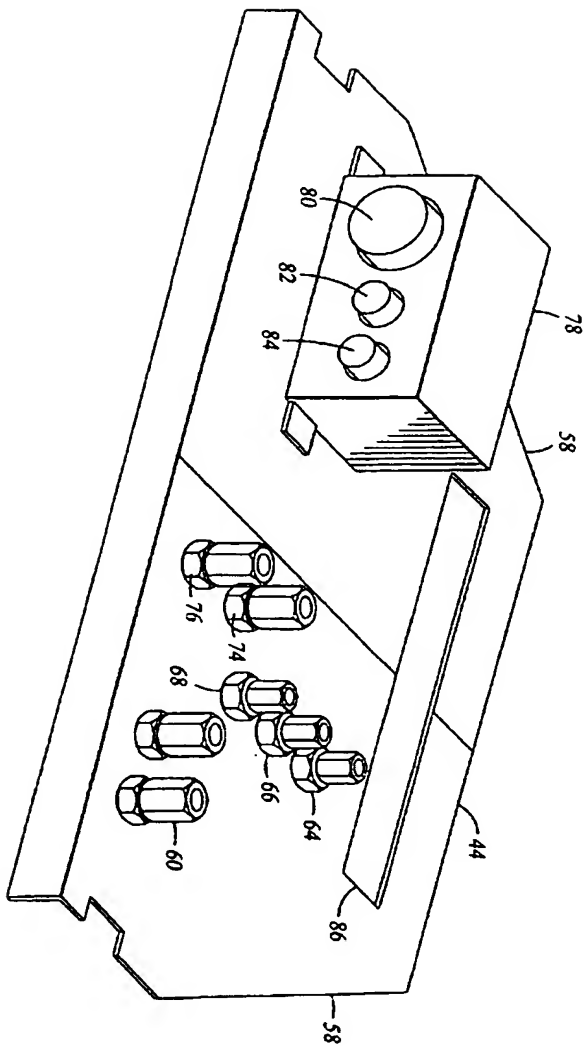




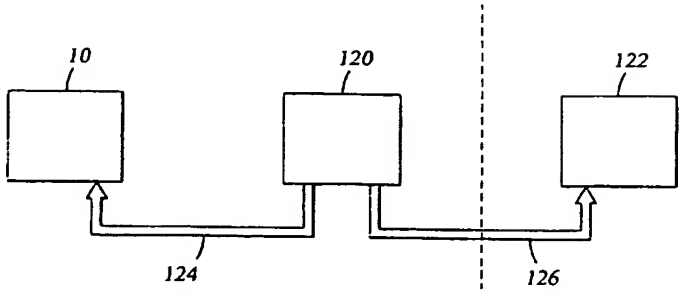
도면7



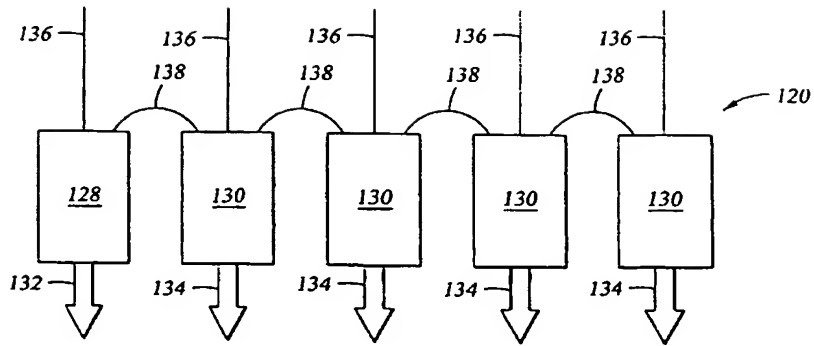
도면8



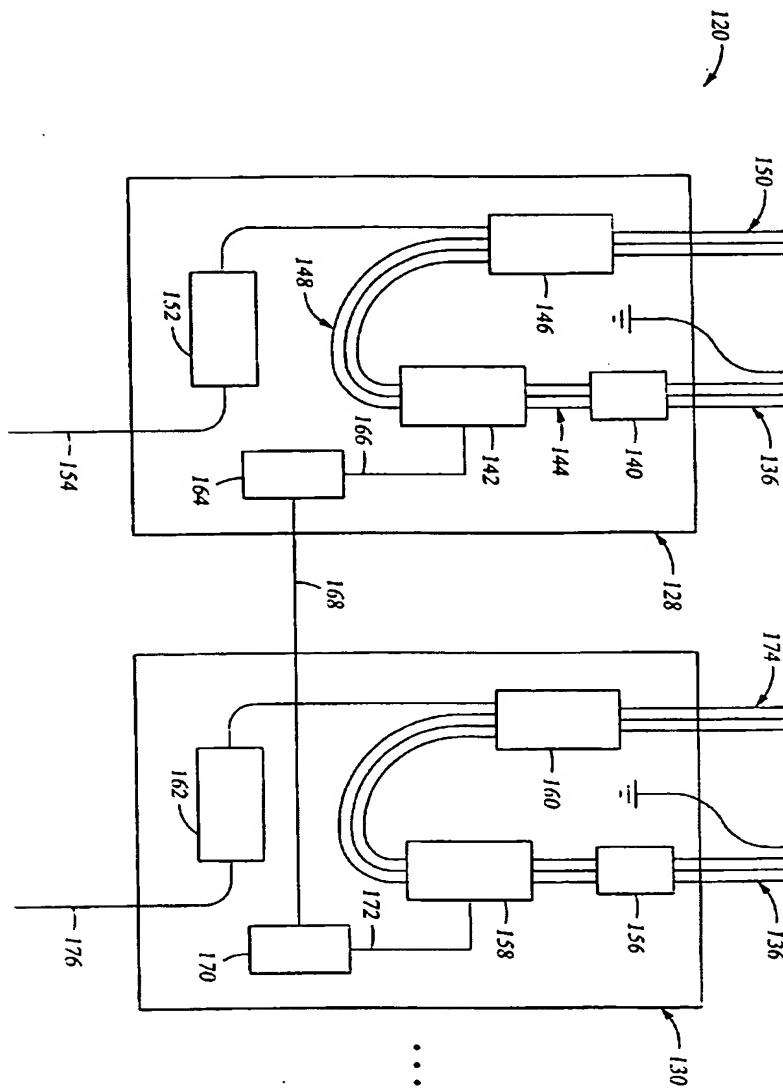
도면9



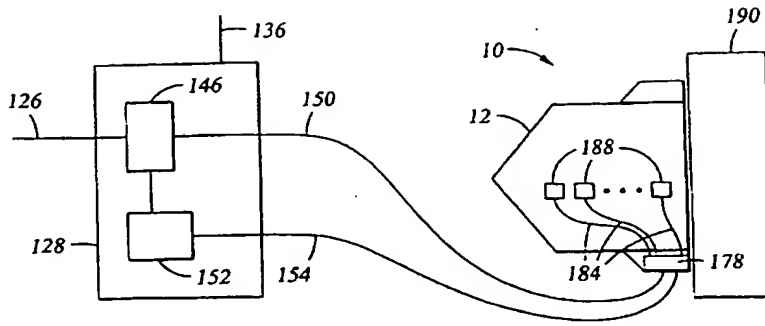
도면10



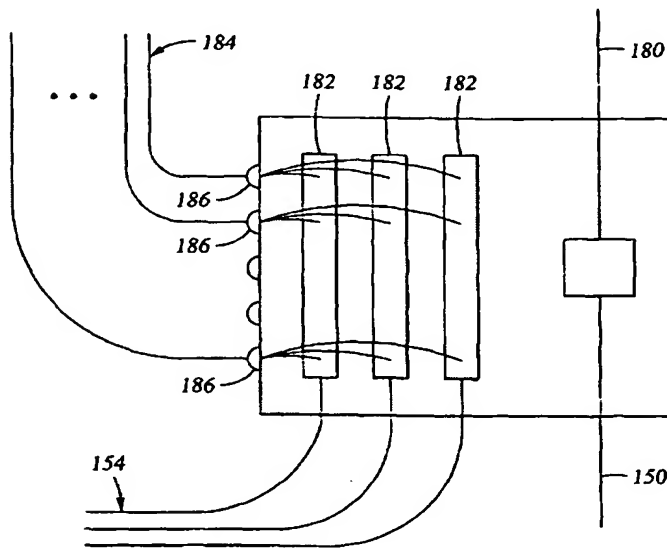
도면11



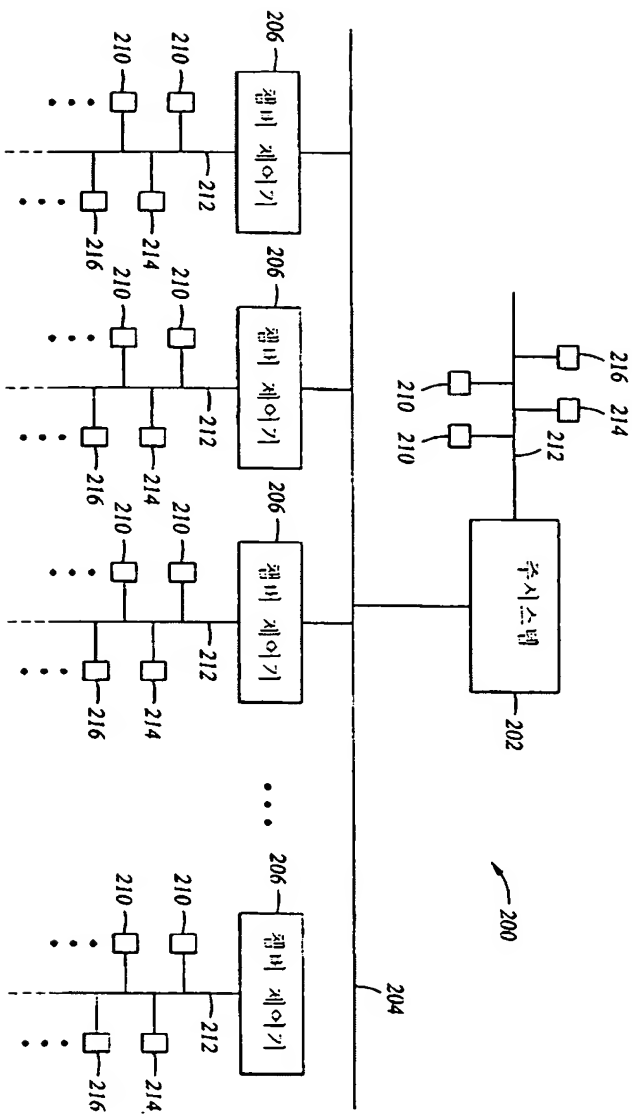
도면 12



도면 13



도면14



도면 15

